

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10034924 A

TITLE: PIEZOELECTRIC ACTUATOR UNIT, MANUFACTURE THEREOF, AND INK JET RECORDING HEAD EMPLOYING IT

PUBN-DATE: February 10, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KANETANI, MUNEHIDE

USUI, MINORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SEIKO EPSON CORP

N/A

APPL-NO: JP08229334

APPL-DATE: August 12, 1996

INT-CL (IPC): B41J002/045;B41J002/055 ;B41J002/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a large flexure displacement by forming a common electrode on one side of a resiliently deformable plate of piezoelectric material provided with bends at a constant pitch and forming an individual electrode selectively at the bend.

SOLUTION: Curved parts 2, 2, 2 shaped like ship's bottom in the longitudinal direction are formed, at a predetermined pitch, on a resilient plate 1 of about 7 $\mu$ m thick made of a piezoelectric material, e.g. PZT. The resilient plate 1 is provided, on one side thereof, with a common electrode 3 and, on the other side thereof, with individual electrodes 4 independently at deforming regions, i.e., the curved parts 2. When a driving voltage is applied between two electrodes 3, 4, the resilient plate 1 is contracted only at the region sandwiched by the electrodes 3, 4. Consequently, the resilient plate 1 is displaced outward and the curved part 2 becomes shallower by  $\Delta H$ . When the electrodes 3, 4 are discharged under that state, the resilient plate 1 is reset. A maximum flexure can be attained by applying a drive signal selectively to the common electrode 3 and the individual electrode 4 in a region to be flexed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-34924

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月10日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045		B 4 1 J	3/04
	2/055			1 0 3 A
	2/16			1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数20 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-229334

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月12日

(31) 優先権主張番号 特願平8-150073

(32) 優先日 平8(1996) 5月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 金谷 宗秀

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 碓井 稔

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

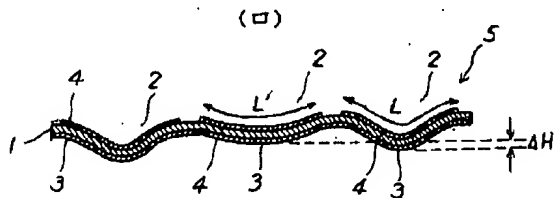
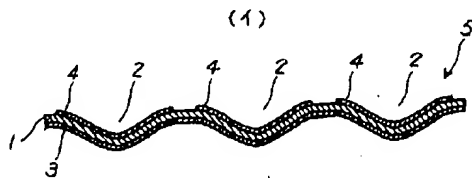
(74) 代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 圧電振動子ユニット、これの製造方法、及び前記圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 圧電材料製の弾性板に所定のピッチでたわみ変位させること。

【解決手段】 圧電材料からなる弾性板1に予め一定のピッチで湾曲部2を形成して、湾曲部2を挟むように電極3、4を設ける。電極3、4の電界により発生した弾性板1の伸長、収縮を湾曲部2の倣性によりたわみ変位に変換する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電材料により構成された弾性変形可能で、かつ一定のピッチで湾曲部が形成された弾性板と、該弾性板の一方の面に形成された共通電極と、前記湾曲部に選択的に形成された個別電極とからなる圧電振動子ユニット。

【請求項2】 前記弾性板の前記湾曲部のたわみ量が前記弾性板の厚みの1乃至2倍である請求項1に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項3】 前記弾性板の前記湾曲部の領域に個別電極が埋設され、表面、及び裏面に共通電極が形成されている請求項1に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項4】 前記弾性板の前記湾曲部の凹となる側に振動誘起板が固定されている請求項1、2に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項5】 前記弾性板の前記湾曲部を埋めるように充填物が設けられている請求項1、3に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項6】 前記充填物が設けられている他方の面に、境界を接するように第2の充填物が設けられている請求項5に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項7】 圧電材料により構成されたグリーンシートの一方の面に共通電極を、また他方の面の前記湾曲部に個別電極を形成する工程と、前記湾曲部の形状に一致する凹部が形成された第1の型材と、凸部とが形成された第2の型材とにより押圧して湾曲部を成形する工程と、

前記湾曲部が形成されたグリーンシートを焼成する工程と、

からなる圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項8】 圧電材料により構成されたグリーンシートの一方の面の前記湾曲部に個別電極を形成する工程と、前記湾曲部の形状に一致する形状の成形部材を前記個別電極の表面に配置して第1の型材と、第2の型材とにより押圧して湾曲部を成形する工程と、前記湾曲部が形成されたグリーンシートを焼成する工程と、

からなる圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項9】 前記成形部材が焼成により消失する材料により構成されている請求項8に記載の圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項10】 圧電材料により構成されたグリーンシートを湾曲部の形状に一致する凹部が形成された第1の型材と、凸部とが形成された第2の型材とにより湾曲部を成形する工程と、

前記湾曲部が形成されたグリーンシートを焼成する工程と、

一方の面に共通電極を、また他方の面の前記湾曲部に個別電極を形成する工程と、

からなる圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項11】 圧電材料により構成されたグリーンシートの一方の面に共通電極を、また他方の面の前記湾曲部に個別電極を形成する工程と、充填物となる塑性変形可能な材料からなる小片を前記個別電極の表面に配置する工程と、前記湾曲部の形状に一致する凹部が形成された第1の型材と、凸部とが形成された第2の型材とにより押圧して湾曲部を成形する工程と、

前記湾曲部が形成されたグリーンシートを焼成する工程と、

からなる圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項12】 前記焼成が前記第1、第2の型材に装填した状態で行なわれる請求項7乃至11の1に記載の圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項13】 第1の型材が圧力発生室となる凹部が形成されたたスペーサである請求項7乃至11の1に記載の圧電振動子ユニットの製造方法。

【請求項14】 圧電材料からなり、表面に圧力発生室に対向するように駆動電極が、また裏面に少なくとも前記圧力発生室に対向する領域に共通電極が形成された弾性板と、一方の面を前記弾性板により封止されて前記圧力発生室を形成するスペーサと、該スペーサの他方の面を封止するとともに、共通のインク室からのインクを前記圧力発生室に供給するインク供給口と、前記圧力発生室とノズル開口とを接続するインク供給口形成基板と、前記圧力発生室からインクの供給を受けてインク滴を吐出するノズル開口と、前記共通のインク室とを備えた流路ユニットとを一体に接合してなる積層型インクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記弾性板が前記圧力発生室に対向する領域に湾曲部を有するインクジェット式記録ヘッド。

【請求項15】 前記弾性板の前記湾曲部のたわみ量が前記弾性板の厚みの1乃至2倍である請求項14に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項16】 前記弾性板の前記湾曲部の領域に個別電極が埋設され、表面、及び裏面に共通電極が形成されている請求項14に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項17】 前記弾性板の前記湾曲部の凹となる側に振動誘起板が固定されている請求項14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項18】 前記弾性板の前記湾曲部を埋めるように充填物が設けられている請求項14乃至16の1に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項19】 前記充填物が設けられている面と対向する側に、前記充填物と境界を接するように第2の充填物が設けられている請求項18に記載の圧電振動子ユニット。

【請求項20】 前記スペーサが、前記弾性板の固定さ

れる面に導電層を有し、また前記弾性板が振動に関わり  
のない領域に、前記導電層を露出させる開放領域を有  
し、前記開放領域から露出した前記導電層を介して前記  
弾性板の共通電極に信号を伝達する請求項14に記載の  
インクジェット式記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術の分野】本発明は、圧力発生室を構  
成する弾性板をたわみ振動させてノズル開口からインク  
滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドに等に適し

た圧電振動子ユニット及びこの圧電振動子ユニットを使  
用したインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】一定ピッチで配列された微小な領域を微  
小変位させるアクチュエータユニットとして例えば特開  
平 号公報に記載されたように、弾性変形可能な薄板の  
表面に下電極を形成し、その表面に短冊状の圧電材料の  
グリーンシートを貼着したり、短冊状に塗布してこれを  
焼成して圧電材料層を形成し、さらにその表面上電極  
を積層したたわみ振動可能なものが提案されている。こ  
のようなアクチュエータユニットによれば、短冊状の圧  
電材料のグリーンシートの貼着や、短冊状に圧電材料を  
塗布する作業が必要となり作業能率が低いばかりでな  
く、焼成時に圧電材料層が下電極からはがれ易く、耐久  
性が低いという問題がある。このような問題を解消する  
ため、例えば特開昭62-101455号公報に見られるように  
電気機械変位特性を有するセラミック体の薄板を弾性板  
として使用し、変位させるべき領域にセラミック体を挟  
んで上下関係となるように2枚の電極を作り付けたアク  
チュエータも提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このアクチュエータユ  
ニットによれば、圧電材料のグリーンシートの貼着や、  
塗布が不要となるばかりでなく、圧電材料が一枚構造で  
あるため、剥離等が比較的生じ難いという利点があるも  
の、振動領域と非振動領域との弾性や剛性がほぼ同程  
度であるため、たわみ変位が小さく、例えば圧力発生室  
の容積を変化させてインク滴を吐出させる記録ヘッドに  
適用した場合には高電圧での無理な駆動を必要とする等  
の問題が生じる。本発明はこのような問題に鑑みてなさ  
れたものであって、その目的とするところは圧電材料の  
貼着作業や塗布作業を必要とすることなく、大きなたわ  
み変位を得ることができる一枚構造の圧電振動子ユニッ  
トを提供することである。

【0004】本発明の第2の目的は、上記圧電振動子ユ  
ニットの製造方法を提案することである。

【0005】また本発明の第3の目的は、上記圧電振動  
子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドを提  
供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような問題を解消す  
るために本発明においては、圧電材料により構成された  
弾性変形可能で、かつ一定のピッチで湾曲部が形成され  
た弾性板と、該弾性板の一方の面に形成された共通電極  
と、前記湾曲部に選択的に形成された個別電極とを備え  
るようにした。

【0007】

【作用】振動板の伸長、収縮がその湾曲部に倣ってたわ  
み変位に変換されるため、単位駆動電圧当たりの容積変  
化率が高くなる。

【0008】

【発明の実施の態様】そこで以下に本発明の詳細を図示  
した実施例に基づいて説明する。図1は本発明の圧電振  
動子ユニット5の一実施例を示すものであって、図中符  
号1は、PZT等の圧電材料からなる弾性変形可能な弾  
性板で、例えば7 $\mu$ m程度の厚さを備え、所定のピッチ  
で長手方向を船底型とする湾曲部2、2、2が形成さ  
れ、一方の面には白金等の蒸着や、また導電性塗料の塗  
布により共通電極3が形成され、また他方の面には、変  
形領域となる湾曲部2に相互が独立するようにやはり白  
金等の蒸着や導電性塗料の塗布により個別電極4が設け  
られている。

【0009】この実施例において、2枚の電極3、4に  
駆動電圧を印加すると、弾性板1は共通電極3と個別電  
極4とに挟まれた領域だけが収縮して、図1（ロ）に示  
したように湾曲部2により形付けされている形状に倣っ  
て外側（図では上方）に変位する。すなわち弾性板1  
は、その周縁を個別電極4の周囲に規制された状態で囲  
長Lから囲長L'に収縮して張力を生じ、この張力と平  
衡するようにその曲率を変化させるから、結果的に湾曲  
部2が上方に移動して深さが $\Delta H$ だけ浅くなる。

【0010】この状態で、電極3、4の電荷を放電させ  
ると、弾性板1は湾曲部2の形状に倣うように元の状態  
に復帰する（図1（イ））。以下、このように共通電極  
3とたわみ変形させるべき領域の個別電極4に選択的に  
駆動信号を印加して、弾性板1を構成している圧電材料  
を充放電させることにより、1枚構造の弾性板1の個別  
電極が作り付けられている領域だけを選択的にたわみ  
変形させることができる。

【0011】ところで、このように構成された圧電振動  
子ユニットは、個別電極が形成されている領域のたわみ  
量を弾性板の厚みの1倍乃至2倍程度に選択すると、最  
大のたわみ量を得ることができる。

【0012】図2は、上述の圧電振動子ユニットの製造  
方法の一実施例を示すものであって、PZT等の圧電材  
料により構成されたグリーンシート10の一方の面に導  
電性塗料等の変形可能な導電材料により共通電極11  
を、また他方の面に個別電極12を形成する（I）。

【0013】湾曲部の形状に一致する凹部13aが形成  
された下型材13の凹部13aに個別電極12を対向さ

5

せてシート10をセットするとともに、上型材14をその凸部14aが個別電極に対向するように位置決めして(II)一定の圧力で押圧すると、グリーンシート1及び電極が両型材13、14の形状に成形される(III)。

【0014】両型材からグリーンシート10を取り出すなり、また両型材13、14に挟み込んで一定の圧力をかけた状態でグリーンシート10をセラミック化できる温度、例えば1200°C程度で焼成することにより、型材13、14の凹凸13a、14aの形状にほぼ一致した湾曲部17を有する弾性板18に、一方の面には共通電極19、また他方の面の湾曲部17には駆動電極20を備えた圧電振動子ユニットが完成する(IV)。

【0015】なお、上述の実施例においては、グリーンシートの段階で共通電極11及び個別電極12を作り付けているが、圧電材料のグリーンシート10だけを上述と同様の過程(図3(II)(III))で成形、焼成して型材13、14の凹凸13a、14aの形状にほぼ一致した湾曲部17を有する弾性板18を構成し(IV)、一方の面に共通電極19、また他方の面の湾曲部17に駆動電極20を蒸着やスパッタリングにより作り付け(図3(V))てもよい。

【0016】図4は、圧電振動子ユニットの製造方法の他の実施例を示すものであって、PZT等の圧電材料により構成されたグリーンシート10の一方の面に導電性塗料等の変形可能な導電材料により共通電極11を、また他方の面に個別電極12を形成し、さらに個別電極12の表面上型材14で押圧されたとき、湾曲部17を形成するのに適した形状の成形部材15を、形成すべき湾曲部17のピッチに合わせて配置する(I)。

【0017】このシート10を湾曲部17の形状に一致する凹部13aが形成された下型材13と、成形部材15を押しつける程度の凹部14bとが形成された上型材14とに挟みこんで(II)、一定の圧力で押圧すると、グリーンシート10の表面側が成形部材15の形状に沿って変形し、また共通電極11側が型材13の凹部13aに倣って変形する。

【0018】両型材13、14からグリーンシート10を取り出すなり、また両型材13、14に挟み込んで一定の圧力をかけた状態でグリーンシート10をセラミック化できる温度、例えば1200°C程度で焼成すると(III)、焼成の過程で成形部材15が消失して型材13の凹部13aと成形部材15の形状にほぼ一致した湾曲部17を有する弾性板18に、一方の面には共通電極19、また他方の面の湾曲部17には駆動電極20を備えた圧電振動子ユニット21が完成する(IV)。

【0019】なお、図4に示した実施例においても、図3に示した実施例と同様に共通電極11及び個別電極12が形成されていないグリーンシート10だけを成形部材15と、型材13、14により湾曲部を形成し、焼成後に共通電極11及び個別電極12を設けても同様の作

6

用を奏することは明らかである。

【0020】図5は、上述した圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図中符号22は、スパーサで、圧力発生室23を形成するのに適した厚さ、例えば150μmのジルコニアなどのセラミックス板に圧力発生室23の形状に一致した通孔を一定ピッチで穿設して構成されている。1つの例を示すと、圧力発生室23は、ノズル開口の配列ピッチが90dpiとなるように幅が190乃至210μm程度で、長さ約2mmのサイズを有している。

【0021】図中符号は、5は、前述の圧電振動子ユニットで、スパーサ22の一方の面を封止する蓋部材として機能できるように、この湾曲部17の初期たわみ量は、幅150μm、長さ2mm、深さ150μmの圧力発生室23に対して、その最深部5ミクロ以上、好ましくは30μm程度以上に設定されていて、一般的には弾性板18の厚みに対して1乃至2倍程度に設定されている。

【0022】26は、圧力発生室23の他面を封止するジルコニアからなる蓋部材で、圧力発生室23の一端で接続する第1の連通孔27と、圧力発生室23の他端で連通する第2の連通孔28とが形成されている。

【0023】29は、一方の面が蓋部材26に固定されるジルコニアからなるインク供給口形成基板で、第1の連通孔27に連通するようにインク滴吐出に最適な流路抵抗を備えたインク供給口30が設けられ、また第2の通孔28に対向する個所にはノズル開口36と接続する連通孔31が形成されている。

【0024】32は、共通のインク室形成板で、共通のインク室33を形成するに適した厚み、例えば150μmのジルコニアからなる板材に、共通のインク室33の形状に通孔を形成するとともに、圧力発生室23とノズル開口36とを接続する連通孔34を穿設して構成されている。

【0025】35は不銹鋼などインクに対して耐蝕性を備えた金属の板材からなるノズルプレートで、圧力発生室23の対向する側にはノズル開口36が穿設されていて、連通孔28、31、34を介して各圧力発生室23に連通するように、熱溶着フィルム等の接着剤層37により共通のインク室形成板32に一体に接着されている。なお、図中符号38はインク供給口形成基板29と共通のインク室形成基板32とを接合する接着剤層を示す。

【0026】この実施例において、圧力発生室23に対向する2枚の電極3、4に駆動電圧を印加すると、弾性板1は電極3と電極4とに挟まれた領域だけが収縮して、前述したように示したように湾曲部2が上方に移動して深さがΔHだけ浅くなる(図1(ロ))。

【0027】これにより、圧力発生室23の容積が増加

10

20

30

40

50

して共通のインク室33のインクがインク供給口30を經由して圧力発生室2に流れ込む。

【0028】この状態で電極3、4を介して弾性板1の電荷を放電させると、弾性板1は湾曲部2の形状に倣うように元の状態に復帰して圧力発生室23の容積が縮小する。これにより圧力発生室23のインクが加圧されてノズル開口36からインク滴を吐出する。

【0029】このように弾性板1が予め湾曲部2を備えているから、平板状の振動板を伸長、収縮させてたわみ変形させる場合に比較して、弾性板1の伸長、収縮が容易に容積変化を起こさせることができ、圧力発生室23へのインクの吸引のため容積の増加率、及びインク滴の吐出のための圧力発生室23の容積の縮小率が大きくなり、同一の駆動信号に対するインク滴の吐出効率が向上する。

【0030】なお、上述の実施例においては一方の電極3を共通電極として形成しているが、図6に示したように圧力発生室23に露出する電極39を各圧力発生室毎に独立してさせて形成するようしてもよい。

【0031】図7は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例をインクジェット式記録ヘッドに適用した状態で示すものであって、この実施例においては湾曲部2の凹部となる面の中心線上に、弾性板1よりも剛性が大きな材料、例えば金属やセラミックスにより、圧力発生室23の長手方向に延びる振動誘起板40が設けられている。

【0032】この実施例のよれば湾曲部2が形成されている領域の上面には弾性板1を構成している圧電材料よりも剛性が大きな振動誘起板40が存在するため、この振動誘起板40と弾性板1とが相互にバイメタル効果を奏して変形し易くなるばかりでなく、厚みが大きくなった分、インク加圧時の圧力に十分抗することができ、効率良くインクを加圧することができる。

【0033】なお、上述の実施例においては圧力発生室23側を凸とするように湾曲部2を形成しているが、図8に示したように外側を凸とするように湾曲部2を形成し、振動誘起板40を必要とする場合には圧力発生室23側に設けても同様の作用を奏する。

【0034】また、上述の実施例においては圧力発生室23に接する電極3を露出させているが、振動を阻害しない程度の厚み、例えば1 $\mu$ m程度の圧電材料や酸化珪素、ジルコニア等の層を電極3の表面に形成して電極3をインクから隔離することにより、電極3の腐蝕を防止することができる。

【0035】さらに上述の実施例においては、スペーサ22と蓋部材26とをジルコニアにより形成しているが、アルミナ等の他のセラミック材で構成することもでき、さらにはこれらスペーサ22、蓋部材26、弾性板1とに同一の圧電材料を使用すると、これらを一体に形成することができる。

【0036】図9は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示すものであって、図中符号43、44は、それぞれ2枚の圧電材料の薄板で、所定のピッチで湾曲部45を形成し、湾曲部45の領域に個別電極46、46、46を埋むように設けて一体として弾性板を形成し、各圧電材料の薄板43、44の露出面に共通電極47、48を設けたものである。

【0037】この実施例によれば個別電極46と共通電極47、48とに同一方向の電界が生じるように駆動信号を印加すると、前述と同様に湾曲部45が変位する。この実施例においては、圧電材料の薄板43、44の厚みを薄くすることにより、駆動に必要な電界を低い電圧で発生させることが可能となり、低電圧駆動が可能となる。

【0038】図10は、上述した圧電振動子ユニットを用いたインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、湾曲部45がスペーサ22の圧力発生室23に埋まり込むようにして固定されており、比較的低い駆動電圧でインク滴を吐出させることが可能となる。

【0039】図11は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示すものであって、図1に示した圧電振動子ユニットの湾曲部2に形成されている個別電極4の表面に、この湾曲部2の湾曲に一致するように高分子材料等の充填物50を設けて圧電振動子ユニット51としたものである。

【0040】図12は、図11に示した圧電振動子ユニット51を用いたインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、各湾曲部2の凸部側がスペーサ22の各圧力発生室23に埋まり込むように圧電振動子ユニット51をスペーサ22に固定してインクジェット記録ヘッドに纏められている。

【0041】図13は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示すものであって、この実施例においては各湾曲部2の凹部に図11に示した充填物50の幅w1よりも若干幅w2が狭い充填物52を設けるとともに、裏面の各湾曲部2の間に端部が充填物52の境界に到達する第2の充填物53を設けて圧電振動子ユニット54としたものである。

【0042】図14は、図13に示した圧電振動子ユニット54を使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、各湾曲部2の凸部側がスペーサ22の圧力発生室23に埋まり込むように圧電振動子ユニット54をスペーサ22に固定すると、第2の充填物52が圧力発生室23を区画している隔壁の表面に当接する。

【0043】図15は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示すものであって、この実施例においては各湾曲部2の凹部に、湾曲部2の形状とは関わりなく上方が凸となるように充填物55を設けて圧電振動子ユニット56としたものである。

【0044】図16は、図15に示した圧電振動子ユニット56を使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、各湾曲部2の凸部側がスペーサ22の各圧力発生室23に埋まり込むように圧電振動子ユニット56をスペーサ22に固定してインクジェット記録ヘッドに纏められている。図17は、本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示すものであって、この実施例においては湾曲部2に相当する領域に個別電極57を埋め込むようにして圧電材料からなる薄板58、59を2層積層して弾性板とし、表面及び裏面にそれぞれ共通電極60、61を形成し、さらに湾曲部2に上方が凸となる充填物62を設けて圧電振動子ユニット63としたものである。

【0045】図18は、図17に示した圧電振動子ユニット63を使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、各湾曲部2の凸部側がスペーサ22の各圧力発生室23に埋まり込むように圧電振動子ユニット63をスペーサ22に固定してインクジェット記録ヘッドに纏められている。

【0046】図19は、図9、図11、及び図13に示した圧電振動子ユニットの湾曲部の初期たわみ量と、一定電圧の駆動信号を印加した時の変位量との関係を、厚さ10 $\mu$ mの弾性板に配列方向に150 $\mu$ mのピッチで湾曲部を形成した場合の一例を示すものである。これらの結果から、図11に示したように湾曲部2の凹部に、湾曲部2の形状に一致する充填物50を設けると、小さな初期たわみ量で大きな変位が生じることが判る。

【0047】図20は上述した圧電振動子ユニットの製造方法の一実施例を示すものであって、PZT等の圧電材料により構成されたグリーンシート10の湾曲部の凹部となる領域に導電性塗料等の変形可能な導電材料により個別電極12を、また必要に応じて他方の面にも導電性塗料等の変形可能な導電材料により共通電極11を形成し(I)、さらに個別電極12の表面に充填物となる、押圧時に塑性変形可能な耐熱材料、例えばセラミック等のグリーンシート70を積層する(II)。

【0048】このシート10を湾曲部の形状に一致する凹部13aが形成された下型材13と、凸部14aとが形成された上型材14とに挟みこんで(III)一定の圧力で押圧すると、グリーンシート10、電極11、12及びグリーンシート70が両型材13、14の形状に成形される。

【0049】両型材からグリーンシート10全体を取り出すなり、また両型材13、14に装填まま一定の圧力をかけた状態でグリーンシート10をセラミック化できる温度、例えば1200 $^{\circ}$ C程度で焼成することにより(IV)、圧電材料のグリーンシート10及び充填物となるグリーンシート70がそれぞれセラミックとなり、弾性板が完成する。

【0050】なお、この実施例においては共通電極11

を作り付けた状態で焼成しているが、共通電極は焼成後に蒸着やスパッタリング等により形成しても同様の作用を奏することは明らかである。

【0051】また上述の実施例においては、焼成により充填部を設けているが、前述の図1に示した圧電振動子ユニット5の湾曲部2に高分子材料等を塗布しても作り付けることができる。

【0052】ところで、上述のように構成された圧電振動子ユニット5は、表裏両面に電極を有する関係上、記録ヘッドに使用した場合には、裏面に形成された電極、上述の実施例では共通の電極が、記録ヘッドを構成するスペーサにより覆われるため、外部の駆動回路との接続が困難となる。

【0053】図21は、このような不都合を解決するためのスペーサの一実施例を示すものであって、図中符号72は、スペーサ2の圧電振動子ユニットが固定される面に形成された導電層で、圧電振動子ユニット74の共通電極75(図22)と対向する領域、及び圧電振動子ユニット74の振動に関与しない領域、この実施例では2列の圧力発生室23、23が対向する中央領域に及ぶように形成されている。

【0054】このように形成された導電層72を備えたスペーサ2に、図22に示したように各湾曲部2が各圧力発生室23に埋まり込むように圧電振動子ユニット74をセットしたとき、中央領域に隙間73が形成される程度の幅w3となるように圧電振動子ユニット74、74を形成し、かつ共通電極75をスペーサの導電層72に到達するように形成しておく、図23に示したようにスペーサの導電層72の一部が露出する。したがって、この露出部72aにフレキシブルケーブル等を接続することにより、圧電振動子ユニット74の共通電極は導電層72を介して外部駆動回路に接続されることになる。

【0055】なお、上述の実施例においては圧電振動子ユニットを2つに分割して、導電層を露出させるようにしているが、2列の圧力発生室に対して1つの圧電振動子ユニットを配置する場合には、図24に示したように圧電振動子ユニット76の、スペーサ22の導電層77に対向する領域に切欠きや窓78を形成しておけば、積層した状態でも切欠きや窓78からスペーサに形成された導電層72を露出させることができる。

【0056】また、上述の実施例においては、圧電振動子ユニットを予め焼成してからスペーサ22と一体に固定しているが、スペーサを型形成材として使用してたわみ部を形成することもできる。

【0057】すなわち、図25に示したようにPZT等の圧電材料により構成されたグリーンシート10の一方の面に導電性塗料等の変形可能な導電材料により共通電極11を、また他方の面に個別電極12を形成する

(I)。

11

【0058】このシート10を、その個別電極12が圧力発生室23に対向するようにスペーサ22に位置決めし、また圧力発生室23の配列ピッチに合わせて形成された凸部14aを有する上型材14を用意し(II)、スペーサ22を下両型材にして上両型材14を一定の圧力で押圧すると(III)、グリーンシート1及び電極11、12が上型材13の凸部14aの形状に一致して変形する。

【0059】上型材14を外すなり、または上型材14によりグリーンシート10をスペーサ22に押し付けた状態でセラミック化できる温度、例えば1200°C程度で焼成すると、1回の圧電振動子ユニットの位置決め作業で圧電振動子ユニットとスペーサ22とを接着剤を使用すること無く焼成により一体に固定することができる。

【0060】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、圧電材料により構成された弾性変形可能で、かつ一定のピッチで湾曲部が形成された弾性板と、弾性板の一方の面に形成された共通電極と、湾曲部に選択的に形成された個別電極とを備えるようにしたので、振動板の伸長、収縮がその湾曲部に倣ってたわみ変位に変換されるため、単位駆動電圧当たりの容積変化率を大きくすることができる。

【0061】また、本発明においては、圧力発生室を封止する弾性板の圧力発生室に対向する領域に予め湾曲部を形成したので、振動板の伸長、収縮の変位が湾曲部に形付けられた形状に倣って容易にたわみ変位に変換されることになり、圧力発生室自体の容積を小さくしなければならぬ高密度配列の記録ヘッドにあっても高電圧を必要とすることなく、印刷に必要な量のインク滴を吐出させる程度に振動板をたわませることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の圧電振動子ユニットの一実施例を示す断面図で、図(イ)は駆動信号を印加しない状態を、また図(ロ)は、共通電極と1つの個別電極に駆動信号を印加した状態を示すものである。

【図2】図(I)乃至(IV)は、それぞれ同上圧電振動子ユニットの製造工程の一実施例を模式的に示す図である。

【図3】図(I)乃至(V)は、それぞれ同上圧電振動子の他の製造方法の他の実施例を模式的に示す図である。

【図4】図(I)乃至(IV)は、それぞれ同上圧電振動子ユニットの製造工程の他の実施例を模式的に示す図である。

【図5】図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の圧電振動子ユニットをインクジェット式記録ヘッドに適用した状態で示す断面図である。

【図6】図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の圧電振

12

動子ユニットをインクジェット式記録ヘッドに適用した状態で示す断面図である。

【図7】図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の圧電振動子ユニットをインクジェット式記録ヘッドに適用した状態で示す断面図である。

【図8】図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の圧電振動子ユニットをインクジェット式記録ヘッドに適用した状態で示す断面図である。

【図9】本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図10】同上圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図11】本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図12】同上圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図13】本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図14】同上圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図15】本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図16】同上圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図17】本発明の圧電振動子ユニットの他の実施例を示す断面図である。

【図18】同上圧電振動子ユニットを使用したインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図19】同上振動子ユニットの湾曲部のたわみ量と駆動信号による変位量との関係を示す線図である。

【図20】図(I)乃至(IV)は、それぞれ同上圧電振動子ユニットの製造方法を模式的に示す図である。

【図21】圧電振動子ユニットを記録ヘッドのアクチュエータとして使用した場合に共通電極の引出し構造の内、スペーサに形成された導電層の一実施例を示す図である。

【図22】圧電振動子ユニットを記録ヘッドのアクチュエータとして使用した場合に電極の引出し構造の内、圧電振動子ユニットの一実施例を、裏面に形成された電極の構造として示す図である。

【図23】スペーサに形成された導電層と、圧電振動子ユニットの共通電極との位置関係を示す図である。

【図24】圧電振動子ユニットを記録ヘッドのアクチュエータとして使用した場合の共通電極の引出し構造の内、圧電振動子ユニットの他の実施例を示す図である。

【図25】図(I)乃至(III)は、圧電振動子ユニットの製造工程の他の実施例を模式的に示す図である。

【符号の簡単な説明】

1 弾性板

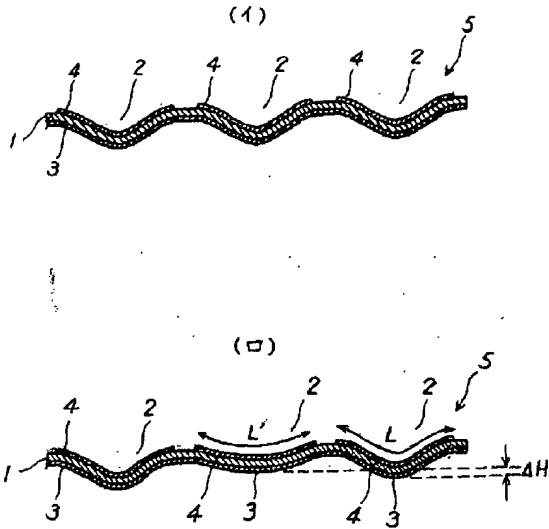
2 湾曲部



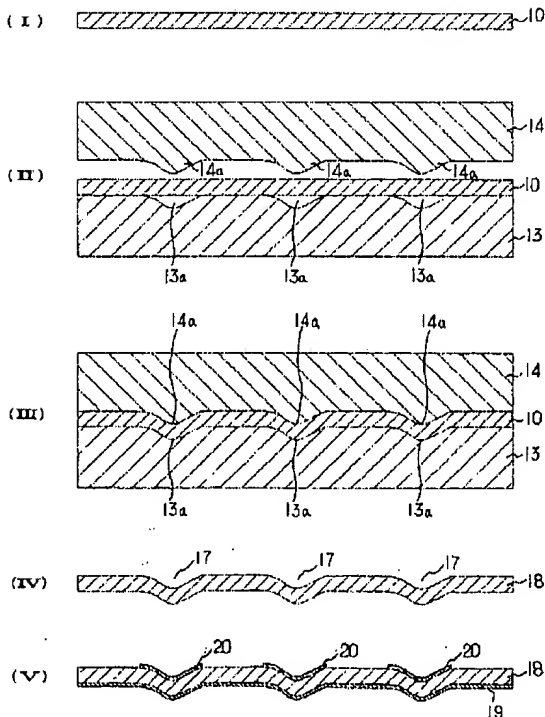
13

- 3 共通電極  
4 個別電極  
5 圧電振動子ユニット  
22 スペース

【図1】



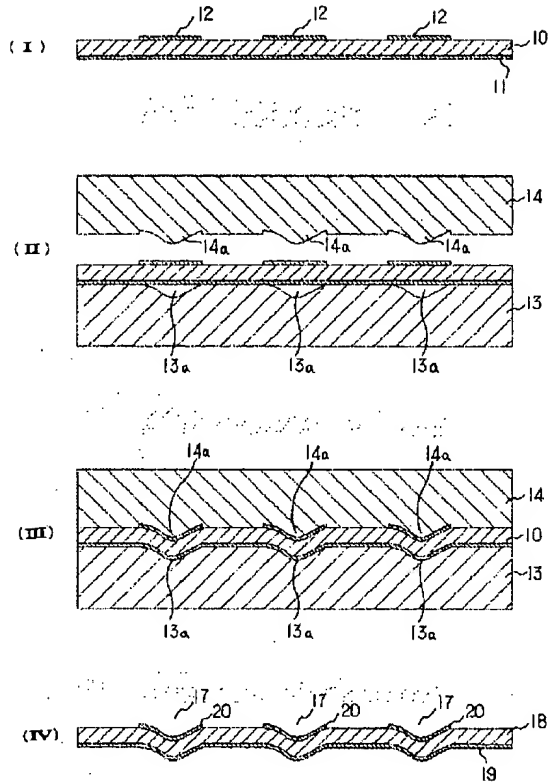
【図3】



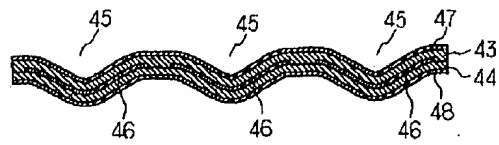
14

- 23 圧力発生室  
30 インク供給口  
33 共通のインク室  
36 ノズル開口

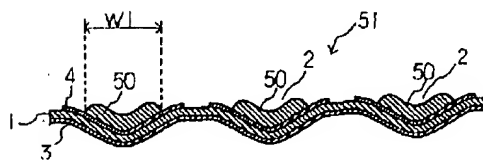
【図2】



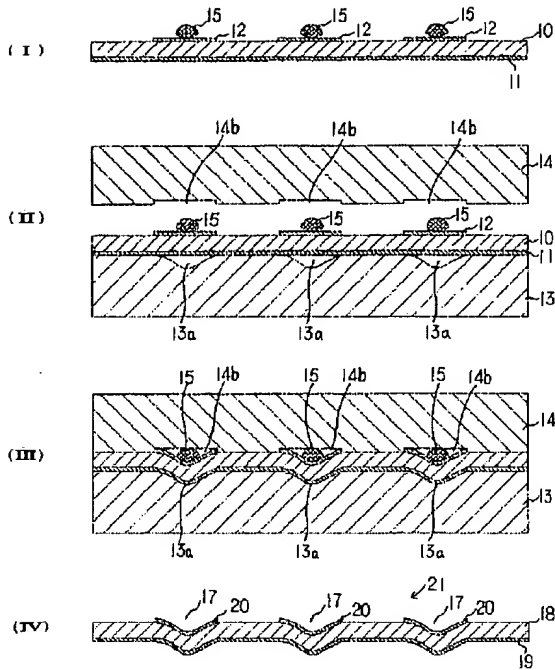
【図9】



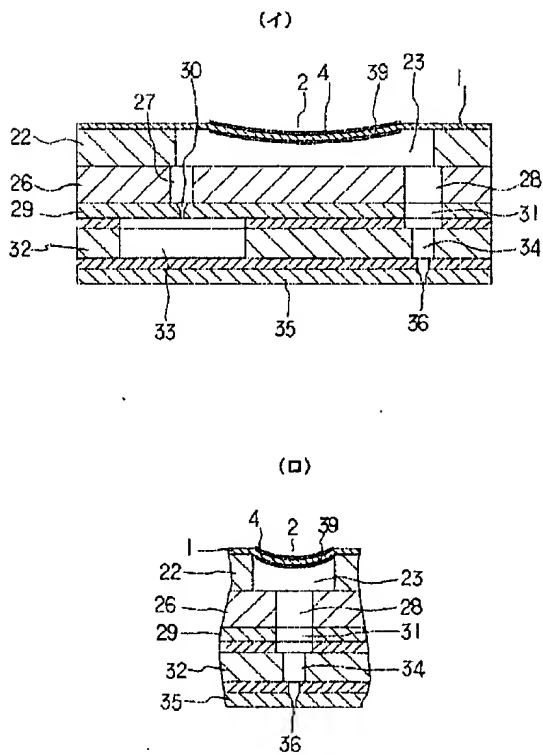
【図11】



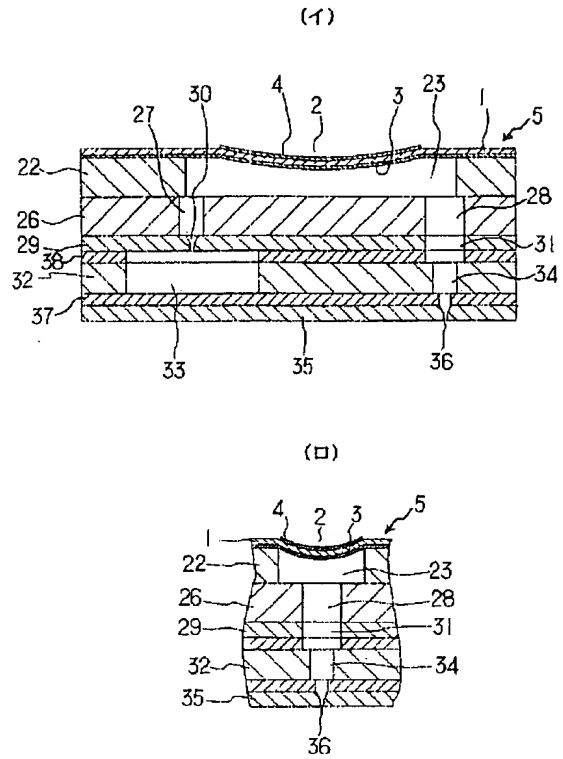
【図4】



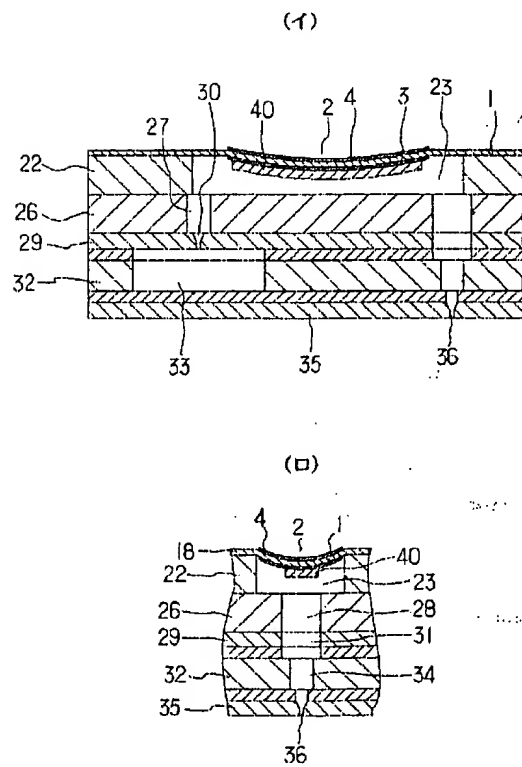
【図6】



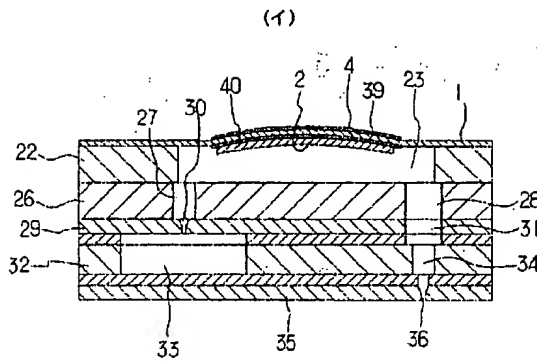
【図5】



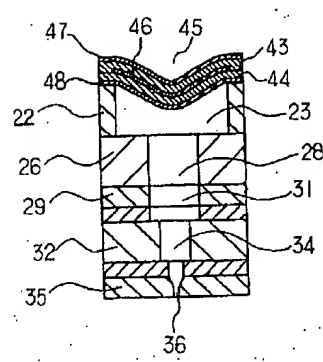
【図7】



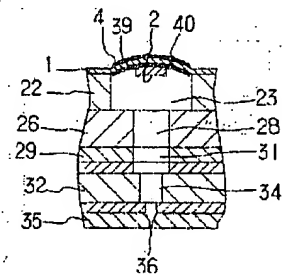
【図8】



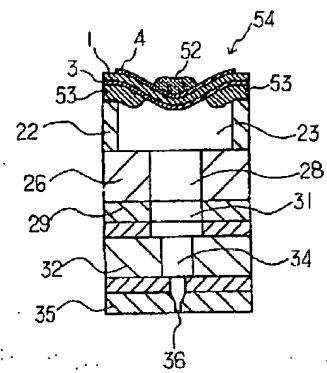
【図10】



(ロ)

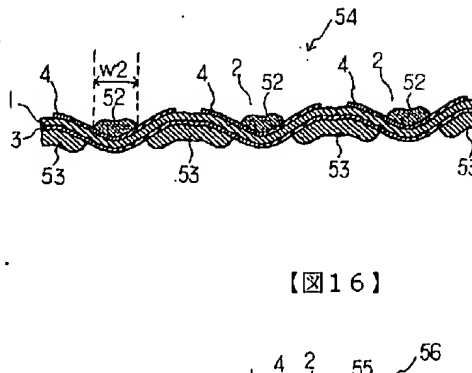
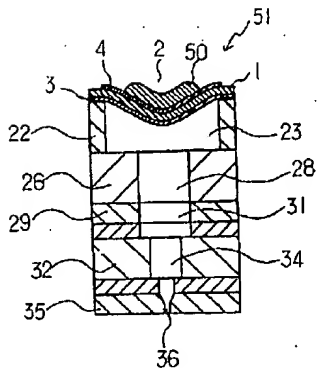


【図14】

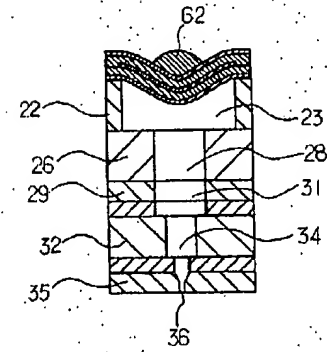


【図12】

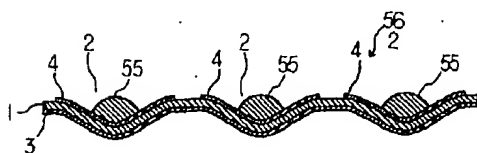
【図13】



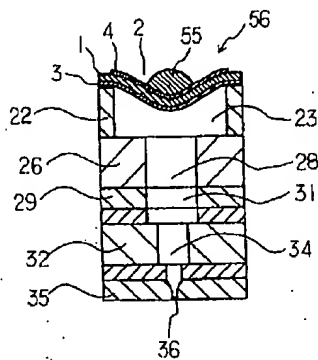
【図18】



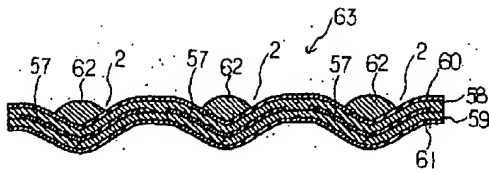
【図15】



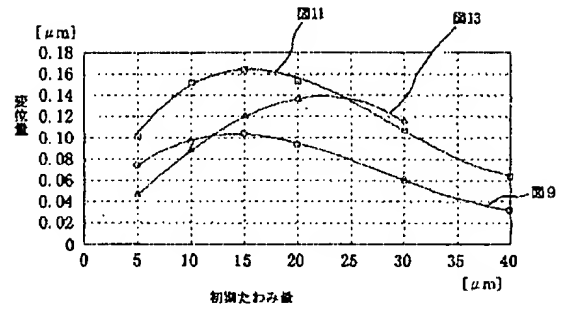
【図16】



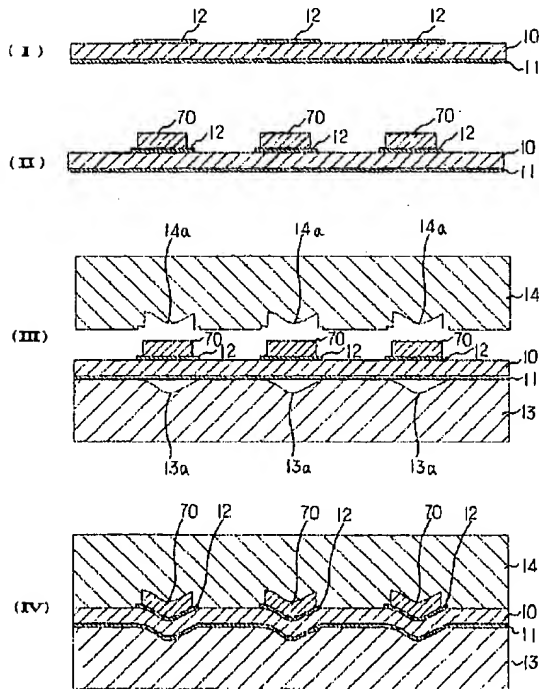
【図17】



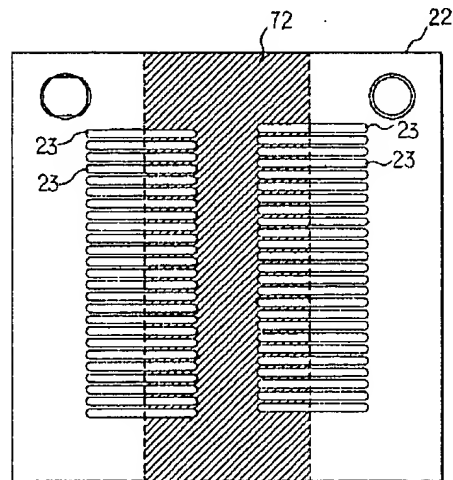
【図19】



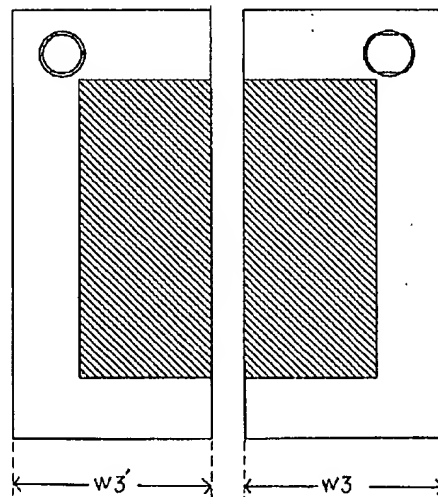
【図20】



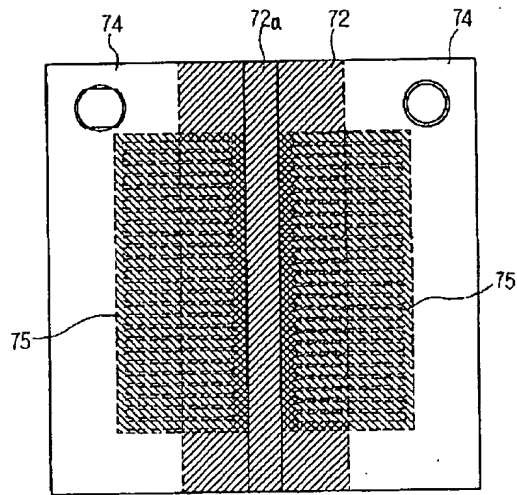
【図21】



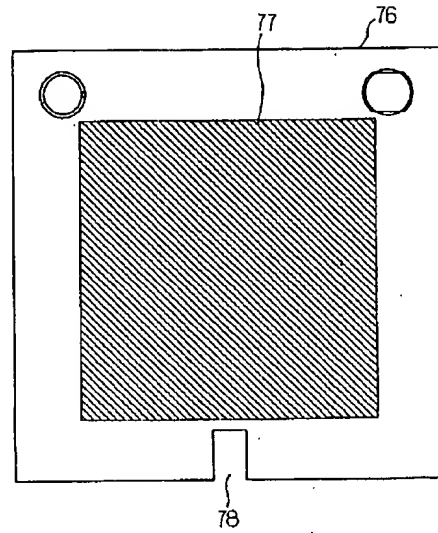
【図22】



【図23】



【図24】



【図25】

